



TITLE:

既存杭の健全性を考慮した水平抵抗評価手法に関する研究(  
Abstract\_要旨)

AUTHOR(S):

勝二, 理智

---

CITATION:

勝二, 理智. 既存杭の健全性を考慮した水平抵抗評価手法に関する研究.  
京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20328>

RIGHT:

京都大学	博士 (工学)	氏名	勝二 理智
論文題目	既存杭の健全性を考慮した水平抵抗評価手法に関する研究		
<p>都市部で建替え需要が増加するなかで、既存杭を再利用して杭基礎建物を建築することは、環境負荷低減や工期短縮、ローコスト化等を期待できる。既存杭の再利用にあたっては、その健全性調査を行い、健全性や配置に応じた設計を行う必要がある。本論文では、既存杭の再利用に係る調査や耐震設計が抱える課題を解決し、再利用を促進することを目的として、弾性波探査試験結果を用いる杭健全性の評価手法と、その定量化された健全性（ひび割れの大きさと位置）を考慮可能な損傷杭の水平抵抗評価手法を新たに構築している。各章の要旨を以下に示す。</p> <p>第1章「序論」では、既存杭再利用の背景を述べ、再利用事例の分析を通じて、既存杭の健全性評価（ひび割れの有無・大きさ・位置の評価）が重要視されていること、健全な既存杭については、耐震設計が義務化される以前の杭であっても、再利用時には水平荷重を負担させるよう設計されている事例も多いことを指摘している。そして、杭の健全性と水平抵抗の評価に関する既往の研究を概観することにより、本研究の位置付けを明確にし、論文の構成を示している。</p> <p>第2章「既存杭の健全性評価」では、実杭を用いた弾性波探査試験とその3次元シミュレーション解析に基づき、杭のひび割れの大きさは試験波形におけるひび割れ反射振幅の、杭頭打撃振幅および杭先端反射振幅に対する比率に比例して定まることを示している。さらに、試験時に地盤逸散減衰の影響が補正されている場合には、杭体内部減衰の影響を受け、ひび割れの大きさはひび割れ反射振幅の深さ位置にも比例して定まることを見出している。そして、それら損傷に係る振幅特性を数値化して算出する、ひび割れの大きさを示す指標（損傷係数）を新たに考案し、施工中または供用中の建物の杭や、1995年兵庫県南部地震で被災した建物の杭に対して行われた弾性波探査試験結果を用いて妥当性を検証している。本手法を用いることで、これまで経験的・定性的に評価されていた既存杭の健全性を合理的かつ定量的に評価可能としている。</p> <p>第3章「杭の断面性能評価」では、実杭の曲げ試験とその3次元シミュレーション解析に基づき、杭仕様によらず、ひび割れの進展と断面性能の低下傾向に相関があることを示している。さらに、杭の断面定数で基準化することにより類型的な計算図表（ノモグラム）を提示しており、本図表を用いることで、ひび割れの大きさより断面性能の低下度を推定可能としている。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	勝二 理智
<p>第4章「損傷のある杭の水平抵抗評価」では、まず、損傷の程度と位置が異なる杭の実大水平載荷実験に基づき、損傷による断面性能の低下度と損傷位置の推定が、水平抵抗評価を行う上で重要であることを指摘している。具体的には、1) 損傷が軽微であれば、地盤反力の分布は杭全長にわたって健全な場合とほとんど変わらないため、損傷位置によらず、その杭の水平抵抗力は損傷の影響を受けないこと、2) 一方で損傷が激しい場合、損傷部がヒンジの働きをして損傷位置以浅で地盤反力をより多く負担するようになり、杭変位が急増する変形モードとなるため、損傷位置の推定が重要であることを指摘している。続いて、それら損傷の影響を反映できるよう損傷部の曲げ特性の算出方法を新たに考案し、損傷杭の水平抵抗力を解析的に表現可能としている。さらに、様々な杭・地盤条件下での感度解析に基づき、前述した提案手法により定量化される損傷の程度・位置と組み合わせることで、損傷杭の水平抵抗力を簡便に評価可能な手法を提示している。</p> <p>第5章「既存・新設複合杭基礎の水平抵抗評価」では、まず、既存杭を新設基礎に接合する構法の地震時挙動特性の分析に基づき、既存杭の杭頭施工法や柱位置とのずれ等に起因する杭頭固定度の低下が、新設杭の負担応力を増加させうるが、各杭頭固定度のバランスの良い配分がその負担応力増への対策工として有効に機能することを例示している。続いて、健全性や配置等の制約から再利用が困難な場合、地盤の余力として残置されることも多いが、そのような場合でも既存杭を有効活用できるように、表層地盤改良によって既存杭に水平荷重を一部負担させる構法を提案し、静的載荷実験により既存杭への応力伝達を実証するとともに、応答解析により地震時挙動特性を明らかにしている。さらに、提案構法による杭基礎全体の設計検討を実施可能な3次元有限要素法解析モデルを提示しており、本解析モデルを用いることで、地盤改良体のひび割れ発生変位といった杭－地盤系の非線形性状を予測可能としている。</p> <p>第6章「結論」では、本論文で得られた成果を要約し、今後の課題を述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、既存杭の再利用に係る健全性調査や耐震設計が抱える課題を解決し、再利用を促進することを目的として、弾性波探査試験結果を用いる杭健全性の定量評価手法と、その定量化された健全性（ひび割れの大きさと位置）を考慮可能な損傷杭の水平抵抗評価手法を新たに構築したものである。得られた主な成果は次の通りである。

1. 弾性波探査試験波形の振幅特性の分析に基づき、杭のひび割れの大きさは、ひび割れ反射振幅の杭頭打撃振幅および杭先端反射振幅に対する比率と、ひび割れ反射振幅の深さ位置に比例して定まることを見出している。そして、それらの振幅特性を数値化して算出する、ひび割れの大きさを示す指標（損傷係数）を新たに考案し、損傷杭を用いた実験や実建物での現場計測結果により妥当性を検証しており、既存杭の健全性を合理的に定量評価可能としている。
2. 実杭の曲げ試験とその3次元シミュレーション解析に基づき、ひび割れの進展と断面性能の低下傾向に相関があることを示し、さらに、ひび割れの大きさより断面性能の低下度を推定可能な、典型的な計算図表を提示している。
3. 損傷の程度と位置が異なる杭の実大水平載荷実験に基づき、損傷による断面性能の低下度と損傷位置の推定が、水平抵抗評価を行う上で重要であることを指摘している。そして、弾性波探査試験により定量化されるひび割れの大きさと位置を用いて、損傷杭の水平抵抗力を簡便に評価できる手法を提示している。
4. 健全性や配置等の制約から再利用が困難な場合でも既存杭を有効活用できるように、表層地盤改良によって既存杭に水平荷重を一部負担させる構法を提案し、静的載荷実験により既存杭への応力伝達を実証している。さらに、提案構法による杭基礎全体の設計検討を実施可能な3次元有限要素法解析モデルを提示しており、本解析モデルを用いることで、地盤改良体のひび割れ発生変位といった杭ー地盤系の非線形性状を予測可能としている。

以上の内容を要約すると、本論文は、既存杭の健全性と水平抵抗力を、弾性波探査試験結果に基づいて合理的に評価する手法を構築するとともに、表層地盤改良を併用する既存杭活用構法の提案とその実験的・解析的検証を行ったものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年1月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。